

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

25. 6. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

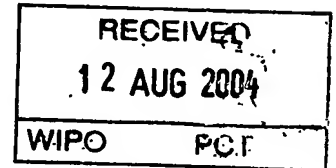
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 4 年 3 月 3 0 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 4 - 0 9 7 6 9 9
Application Number:

[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 4 - 0 9 7 6 9 9]

出 願 人 キヤノン株式会社
Applicant(s):



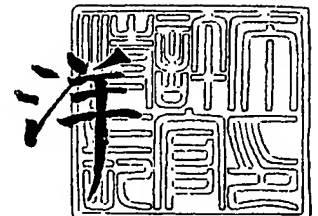
BEST AVAILABLE COPY

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 7 月 3 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 257360
【提出日】 平成16年 3月30日
【あて先】 特許庁長官 今井 康夫 殿
【国際特許分類】 H01L 21/027
G03F 7/20
G03F 1/14

【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号
キャノン株式会社内
【氏名】 山口 貴子

【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号
キャノン株式会社内
【氏名】 稲生 耕久

【特許出願人】
【識別番号】 000001007
【氏名又は名称】 キャノン株式会社
【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】
【識別番号】 100105289
【弁理士】
【氏名又は名称】 長尾 達也

【先の出願に基づく優先権主張】
【出願番号】 特願2003-182041
【出願日】 平成15年 6月26日

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 038379
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9703875

【書類名】特許請求の範囲**【請求項 1】**

遮光部材に設けられた隣接する複数の開口から滲み出す近接場光を用いて基板上に配された像形成層に露光を行うための露光用マスクであって、

前記遮光部材に露光用の光を照射したときの、前記開口の前記像形成層側の電場分布が、得ようとするパターンの線幅、高さから決定された、電場分布の同心円モデルと相関関係をなすように、前記遮光部材が開口間隔を有することを特徴とする露光用マスク。

【請求項 2】

遮光部材に設けられた隣接する複数の開口から滲み出す近接場光を用いて基板上に配された像形成層に露光を行うための露光用マスクであって、

前記像形成層を用いて形成されるパターンの高さを T 、パターンの線幅を W 、前記隣接する開口の間に位置する前記遮光部材の幅を K 、として、

$$K \geq W + 2T$$

の関係を満足することを特徴とする露光用マスク。

【請求項 3】

遮光部材に設けられた隣接する複数の開口から滲み出す近接場光を用いて基板上に配された像形成層に露光を行うための露光用マスクであって、

前記像形成層を用いて形成されるパターンの高さを T 、パターンの線幅を W 、パターンのピッチを P 、前記開口の幅を D として、

$$D \leq P - W - 2T$$

の関係を満足することを特徴とする露光用マスク。

【請求項 4】

遮光部材に設けられた隣接する複数の開口から滲み出す近接場光を用いて基板上に配された像形成層に露光を行うための露光用マスクであって、

前記像形成層を用いて形成されるパターンの高さを T 、パターンの線幅を W 、パターンのピッチを P 、前記露光後のプロセスの余裕度 α を考慮した開口幅を D 、として、

$$D = P - W - 2T (1 + \alpha)$$

の関係を実質的に満足することを特徴とする露光用マスク。

【請求項 5】

前記ピッチの値が、前記遮光部材に基づいて発生する表面プラズモンポラリトン波の波長以下とされていることを特徴とする請求項 3 または請求項 4 に記載の露光用マスク。

【請求項 6】

前記マスクの開口は、該開口が設けられた遮光部材の面内方向において 2 次元形状を有し、または 2 次元配置されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載の露光用マスク。

【請求項 7】

遮光部材に設けられた隣接する複数の開口から滲み出す近接場光を用いて基板上に配された像形成層に露光を行うための露光用マスクの設計方法であって、

前記像形成層を用いて形成されるパターンの線幅及び高さに基づいて前記遮光部材の開口間隔を決定することを特徴とする露光用マスクの設計方法。

【請求項 8】

遮光部材に設けられた隣接する複数の開口から滲み出す近接場光を用いて基板上に配された像形成層に露光を行うための露光用マスクの製造方法であって、

前記像形成層を用いて形成されるパターンの線幅及び高さに基づいて前記遮光部材の開口間隔を決定した後、該開口間隔を得るように前記遮光部材を加工することを特徴とする露光用マスクの製造方法。

【請求項 9】

開口が設けられた遮光部材を有する露光用マスクを用い、前記開口より近接場光を滲み出させて基板上に配された像形成層に対して露光を行う露光方法において、

請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項に記載の露光用マスクを用意する工程と、

前記近接場露光用マスクと像形成層とを、近接場領域以下の距離まで近づける工程と、露光光を、前記露光用マスクを介して前記像形成層に照射する露光工程と、を有することを特徴とする露光方法。

【請求項 10】

前記露光工程における露光量と、他の条件を調整して、前記像形成層を用いて形成されるパターンのピッチを P 、開口幅を D 、線幅を W' 、パターン高さを T' として以下の式を満足する露光を行うことを特徴とする請求項 9 に記載の露光方法。

$$W' + 2T' \leq P - D$$

【請求項 11】

ピッチ P 、開口幅 D の開口を有する遮光部材を備えた近接場露光用マスクを用いて像形成層に対して近接場光による露光を行う露光工程と、露光された前記像形成層の現像を行う現像工程を含むパターン形成方法であって、

該露光工程における露光量と、該現像工程における現像条件を調整して、下記の式を満たす線幅 W と高さ T のパターンを形成することを特徴とするパターン形成方法。

$$W + 2T \leq P - D$$

【請求項 12】

パターンの高さ T の最小値が、パターン形成後のプロセスにより T'' と規定された場合、下記の式を満たす線幅 W のパターンを形成することを特徴とする請求項 11 に記載のパターン形成方法。

$$W \leq P - D - 2T''$$

【請求項 13】

請求項 9 に記載の露光方法を用いて被処理体を露光する露光工程と、該露光された被処理体を現像する現像工程の後、所定のプロセスを行ないデバイスを作製することを特徴とするデバイスの作製方法。

【請求項 14】

光照射手段と露光用マスクを備え、該マスクの遮光部材に設けられた複数の開口から滲み出させた近接場光を用いて基板上に配された被加工物に露光を行う露光装置において、

前記マスクとして、請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項に記載の露光用マスクを備えたことを特徴とする露光装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】露光用マスク、露光用マスクの設計方法及び製造方法、露光方法及び装置、パターン形成方法、デバイスの作製方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、微細パターン作製を可能にする近接場露光技術において、露光用マスク、露光用マスクの設計方法及び製造方法、露光方法及び装置、パターン形成方法、デバイスの作製方法、等に関するものである。

【背景技術】

【0002】

半導体メモリの大容量化やCPUプロセッサの高速化・大集積化の進展とともに、光リソグラフィーのさらなる微細化は必要不可欠のものとなっている。一般に光リソグラフィー装置における微細加工限界は、用いる光の波長程度である。このため、光リソグラフィー装置に用いる光の短波長化が進み、現在は近紫外線レーザが用いられ、 $0.1\mu\text{m}$ 程度の微細加工が可能となっている。

このように微細化が進む光リソグラフィーであるが、 $0.1\mu\text{m}$ 以下の微細加工を行うためには、レーザのさらなる短波長化、その波長域でのレンズ開発等解決しなければならない課題も多い。

【0003】

一方、光による $0.1\mu\text{m}$ 以下の微細加工を可能にする手段として、近接場光学顕微鏡（以下SNOMと略す）の構成を用いた微細加工装置が提案されている。例えば、 100nm 以下の大きさの微小開口から滲み出るエバネッセント光を用いてレジストに対し、光波長限界を越える局所的な露光を行う装置である。

しかしながら、これらのSNOM構成のリソグラフィー装置では、いずれも1本（または数本）の加工プローブで一書きのように微細加工を行っていく構成であるため、あまりスループットが向上しないという問題点を有していた。

【0004】

このような問題を解決する方法として、例えば、特許文献1に示されているような、近接場光が遮光膜間から滲み出るようなパターンを有したフォトマスクを、基板上のフォトレジストに密着させて露光し、フォトマスク上の微細パターンを一度にフォトレジストに転写する、という方法が提案されている。

また、特許文献2あるいは特許文献3等において、このような近接場光は、微小開口からの距離に対して指数関数的に強度が減衰するという特徴を有し、このことから近接場露光によるパターン形成層の膜厚を薄くしなくてはならないといったことが開示されている。

【特許文献1】特開平11-145051号公報

【特許文献2】特開平11-317345号公報

【特許文献3】特開2001-15427号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ここで、マスク開口部近傍の近接場電場分布を、シミュレーションを用いて調べた結果を、図2に示す。この図2には、ピッチ 200nm 、マスクの開口幅が 70nm の近接場露光用マスクに対して、波長 436nm の光を入射することによって開口近傍に形成される電場分布の様子が示されている。なお、図中の数字は、入射光強度を1としたときの、各位置での相対電場強度を示している。

電場分布を見ると、開口から遮光膜部に広がりが見られる。このことは、近接場露光において、マスクの開口パターンと、露光によるパターンが1:1に対応しない可能性があることを示唆している。

この図2に示されるように、マスク開口部から遠ざかるにつれて電場強度が減衰し、さらに、マスク面に平行な方向に広がりをもつ電場分布を有する特徴は、近接場特有のもので

ある。

【0006】

一般的に、露光用マスクの作製には非常に時間がかかり、費用もかかる。近接場露光によるマスクパターン作製においては、特にこの電場分布を考慮したマスクの設計を行うことが必要である。

一方、作製したいパターン幅が細くなるにつれ、マスク設計において、この広がり、より厳密に考慮する必要がある。

しかしながら、種々のパターンの線幅やピッチから、それらに合う電場分布を有するマスク開口幅を、様々なパラメータに渡って複雑なシミュレーションにより求めていると、シミュレーションや解析に時間がかかることとなり、結果的にマスク設計に多くの時間を要するという問題が生じる。

【0007】

そこで、本発明は上記課題を解決し、複雑で、長時間を要するシミュレーションを行うことなく、近接場特有の電場分布が考慮されたマスク構成が容易に作製可能となる露光用マスク、露光用マスクの設計方法及び製造方法、露光方法及び装置、パターン形成方法、デバイスの作製方法等を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、以下のように構成した露光用マスク、露光用マスクの設計方法及び製造方法、露光方法及び装置、パターン形成方法、デバイスの作製方法、等を提供する。

(1) 遮光部材に設けられた隣接する複数の開口から滲み出す近接場光を用いて基板上に配された像形成層に露光を行うための露光用マスクであって、

前記遮光部材に露光用の光を照射したときの、前記開口の前記像形成層側の電場分布が、得ようとするパターンの線幅、高さから決定された、電場分布の同心円モデルと相関関係をなすように、前記遮光部材が開口間隔を有することを特徴とする露光用マスク。

(2) 遮光部材に設けられた隣接する複数の開口から滲み出す近接場光を用いて基板上に配された像形成層に露光を行うための露光用マスクであって、

前記像形成層を用いて形成されるパターンの高さを T 、パターンの線幅を W 、前記隣接する開口の間に位置する前記遮光部材の幅を K 、として、

$$K \geq W + 2T$$

の関係を満足することを特徴とする露光用マスク。

(3) 遮光部材に設けられた隣接する複数の開口から滲み出す近接場光を用いて基板上に配された像形成層に露光を行うための露光用マスクであって、

前記像形成層を用いて形成されるパターンの高さを T 、パターンの線幅を W 、パターンのピッチを P 、前記開口の幅を D として、

$$D \leq P - W - 2T$$

の関係を満足することを特徴とする露光用マスク。

(4) 遮光部材に設けられた隣接する複数の開口から滲み出す近接場光を用いて基板上に配された像形成層に露光を行うための露光用マスクであって、

前記像形成層を用いて形成されるパターンの高さを T 、パターンの線幅を W 、パターンのピッチを P 、前記露光後のプロセスの余裕度 α を考慮した開口幅を D 、として、

$$D = P - W - 2T(1 + \alpha)$$

の関係を実質的に満足することを特徴とする露光用マスク。

(5) 前記ピッチの値が、前記遮光部材に基づいて発生する表面プラズモンポラリトン波の波長以下とされていることを特徴とする上記(3)または上記(4)に記載の露光用マスク。

(6) 前記マスクの開口は、該開口が設けられた遮光部材の面内方向において2次元形状を有し、または2次元配置されていることを特徴とする上記(1)乃至上記(5)のいずれかに記載の露光用マスク。

(7) 遮光部材に設けられた隣接する複数の開口から滲み出す近接場光を用いて基板上に

配された像形成層に露光を行うための露光用マスクの設計方法であって、

前記像形成層を用いて形成されるパターンの線幅及び高さに基づいて前記遮光部材の開口間隔を決定することを特徴とする露光用マスクの設計方法。

(8) 遮光部材に設けられた隣接する複数の開口から滲み出す近接場光を用いて基板上に配された像形成層に露光を行うための露光用マスクの製造方法であって、

前記像形成層を用いて形成されるパターンの線幅及び高さに基づいて前記遮光部材の開口間隔を決定した後、該開口間隔を得るように前記遮光部材を加工することを特徴とする露光用マスクの製造方法。

(9) 開口が設けられた遮光部材を有する露光用マスクを用い、前記開口より近接場光を滲み出させて基板上に配された像形成層に対して露光を行う露光方法において、

上記(1)乃至上記(6)のいずれかに記載の露光用マスクを用意する工程と、

前記近接場露光用マスクと像形成層とを、近接場領域以下の距離まで近づける工程と、

露光光を、前記露光用マスクを介して前記像形成層に照射する露光工程と、

を有することを特徴とする露光方法。

(10) 前記露光工程における露光量と、他の条件を調整して、前記像形成層を用いて形成されるパターンのピッチをP、開口幅をD、線幅をW'、パターン高さをT'として以下の式を満足する露光を行うことを特徴とする上記(9)に記載の露光方法。

$$W' + 2T' \leq P - D$$

(11) ピッチP、開口幅Dの開口を有する遮光部材を備えた近接場露光用マスクを用いて像形成層に対して近接場光による露光を行う露光工程と、露光された前記像形成層の現像を行う現像工程を含むパターン形成方法であって、

該露光工程における露光量と、該現像工程における現像条件を調整して、下記の式を満たす線幅Wと高さTのパターンを形成することを特徴とするパターン形成方法。

$$W + 2T \leq P - D$$

(12) パターンの高さTの最小値が、パターン形成後のプロセスによりT"と規定された場合、下記の式を満たす線幅Wのパターンを形成することを特徴とする上記(11)に記載のパターン形成方法。

$$W \leq P - D - 2T''$$

(13) 上記(9)に記載の露光方法を用いて被処理体を露光する露光工程と、該露光された被処理体を現像する現像工程の後、所定のプロセスを行ないデバイスを作製することを特徴とするデバイスの作製方法。

(14) 光照射手段と露光用マスクを備え、該マスクの遮光部材に設けられた複数の開口から滲み出させた近接場光を用いて基板上に配された被加工物に露光を行う露光装置において、

前記マスクとして、上記(1)乃至上記(6)のいずれかに記載の露光用マスクを備えたことを特徴とする露光装置。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、複雑で、長時間を要するシミュレーションを行うことなく、近接場特有の電場分布が考慮されたマスク構成が容易に作製可能となる露光用マスク、露光用マスクの設計方法及び製造方法、露光方法及び装置、パターン形成方法、デバイスの作製方法、等を実現することができる。これにより、近接場露光用マスクの設計、作製を効率よく作製することができ、特に、露光に用いる光の波長以下の微細な所望のパターンの作製に際して、スループットをより向上させることができ、コストの低廉化を図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以上の構成により、様々なパラメータにおいて詳細で長時間を要するシミュレーションを行わずに、近接場特有の電場分布を考慮して設計された露光用マスク、露光用マスクの設計方法及び製造方法、露光方法及び装置、パターン形成方法、デバイスの作製方法等を

提供することが可能となるが、それは、本発明者らのつぎのような知見に基づくものである。

すなわち、近接場特有の広がり を考慮したマスク設計において、シミュレーションを行った結果、近接場光が出射されるマスクの開口近傍での電場分布が、ほぼ同心円状の広がりをもった電場分布となることが明らかとなり、また、このような電場分布を同心円状のモデルによって、近似させ得ることが見出された。そして、この同心円状モデルを用いることによって、そのパターン幅 W 、パターンの高さ T 、（周期パターンの場合はそのピッチ P ）から、どのような構成の近接場露光用マスクを用意すべきかが、シミュレーションを行うことなく、数式により容易に求められることが明らかとなった。

【0011】

つぎに、これらについて、さらに詳細に説明する。

図2に、微小開口近傍に形成される近接場電場分布の様子を示す。これはGMT (Generalized Multipole Technique) のプログラムであるMax-1 (C. Hafner, Max-1, A Visual Electromagnetics Platform, Wiley, Chichester, UK, 1998) を用いてシミュレーションを行った結果である。GMTとはMaxwell方程式の解析法の一つで、multipole (多極子) を仮想的源泉として配置して散乱波を記述する手法である。マスク母材102としてSiNを、遮光膜101としてCrを設定した。また、微小開口パターンのピッチを200nm、開口幅を70nmとした。更に入射波長は436nmとした。

図2中の数字(0.2、0.4、0.6、…、1.0、1.2、…)は、入射光の電場強度を1.0としたときの相対的な電場強度を示している。

【0012】

図2には、微小開口から遠ざかるにつれて強度が指数関数的に減少していくという、近接場特有の電場分布が表れている。さらに、詳細にこの分布を解析すると、微小開口の遮光膜のエッジ部分で電場強度が最大値をとり、そこからほぼ同心円状に広がるように減衰していくことも分かった。異なる開口幅、開口間隔や、異なるピッチのパターンにおいても、近接場マスクに対する電場分布のシミュレーション結果は、特に周期パターンの場合は微小開口パターンのピッチが表面プラズモンポラリトン波長以下で、遮光膜材料が他の材料Au、Taの時にも、同様の結果が得られることがわかった。

なお、本発明において、上記した開口幅とはマスクを構成する遮光膜を配したことによって形成される遮光膜の存在しない開口の幅を意味している（具体的には、例えば図1で D_{max} として示されている個所をいう）。また、開口間隔とは隣接する2つの開口の間の距離（遮光膜の幅）を意味している（具体的には、例えば図11に K_{min} として示されている個所をいう）。

【0013】

そこで、この分布をモデル化してみる。図3に、モデル化した近接場分布（図3右側）と図2のシミュレーション結果（図3左側）を合わせたものを示す。図3において、一部（右側レジスト部分）見易さのために図2で示した等電場線を消去した。

図3より、同心円モデル600によって、特に遮光膜エッジ部分近傍と、エッジ部分から遮光膜下の部分601における分布が非常によく近似されていることが分かる。つまりシミュレーション結果における膜厚方向（図3紙面下方向）への広がり距離と、マスク面に平行な方向（図3紙面左右方向）への広がり距離が同程度となる特徴が、同心円モデル600にて良く表されている。

【0014】

逆に、このモデルにおいて、遮光膜エッジ部分近傍とエッジ部分から遮光膜下の部分以外、つまり、露光による作製パターンに関係するところでは開口下の部分となるが、ここでは、電場分布はあまり良く近似されていない。特に開口幅が広くなるにつれ、同心円モデルから外れた電場強度分布となる。しかし、シミュレーション結果より、開口幅が広くなるにつれ、開口下の電場強度が増す傾向が見られるので、開口下の部分は常に露光され

るとする。実際の実験においても開口下の部分はシミュレーション通りの結果が得られている。

【0015】

このモデルを用いることにより、所望のパターンを作製するために、どのような構成の近接場露光用マスクを用意すべきかが、様々なパラメータに互る複雑で大量のシミュレーションとその結果の解析なしに簡単に求められる。以下にその方法について述べる。像形成層に形成されるパターンは、像形成層の種類が決まれば、露光量と現像条件によって決まる。従って、上記モデルのような同心円状の広がりをもった電場分布となる場合には、そのパターン幅は露光量と現像条件を選択することにより自由度が出てくる。

【0016】

まず、得ようとする所望のパターンが周期パターンの場合について説明する。ピッチがPの周期パターンの時には、マスク微小開口のピッチもPとする。次に、パターン幅Wのものを作製するためには、上述した同心円モデルより、マスク開口幅の最大値Dmaxと、像形成層膜厚Tとの間に次式(1)の関係が成り立たなくてはならない。

$$D_{\max} = P - W - 2 \times T \quad (1)$$

尚、マスク開口幅を最大値に限定しないDとして表記すると次の通りとなる。

$$D \leq P - W - 2T$$

ここで、Tは後のプロセスによって決定される像形成層401のパターン高さである。

【0017】

図1に(1)式中の値の関係図を示す。これを用いて、(1)式を更に詳細に説明する。

まず、加工対象基板402の所望の加工深さが加工可能な像形成層401のパターン高さTを、例えばエッチング耐性などのプロセス条件より決定する。この高さTのパターンを作製するためには、図1中太線で示したところの等電場線800よりも外側の等電場線にて現像後のパターンが作製されるようにする必要がある。

【0018】

遮光膜101下における電場分布は上述のように、同心円モデル600にて良く近似される。図1より、遮光膜101のエッジ部分からの広がり、膜厚方向(図1紙面下方向)に対しても、マスク面に平行方向(図1紙面左右方向)に対してもほぼ一様であるので、等電場線800か、または等電場線800よりも外側の等電場線のいずれかにて現像後のパターンが作製されるようにすると、遮光膜101のエッジ部分から、マスク面に平行な方向にも距離T以上広がった現像パターンが形成できることとなる。

この遮光膜101エッジ部分からの広がり現象は、遮光膜101の反対側のエッジからも同様に見られる。

したがって、遮光膜101直下にパターン幅Wのパターン形成を行う際の近接場露光用マスクの最大開口幅Dmaxは、パターンのピッチP、幅W、高さTを用いて、(1)のように設定される。

【0019】

ここで、像形成層は、開口からの近接場によって反応がおこり、その反応を利用したパターン作製後のプロセスに耐えられるものなら何でも良いが、汎用性の点から、フォトレジストが好ましい。

Tの値は、パターン作製後のプロセス、より具体的には、加工対象基板エッチングの際のエッチング耐性、リフトオフの際の蒸着物形成膜厚等によって決定される。

像形成層のみにて、加工対象基板の加工に耐えうる厚さのパターンが形成できることが好ましいが、その厚さが、 $(P - W) / 2$ 以上必要であるときには、像形成層401と加工対象基板との間にバッファ層を用意する。このバッファ層とは、例えば表面イメージング法(多層レジスト法、表層シリル化法など)を用いる場合の、ハードベーク、非シリル化など像形成層とは物性が異なるよう処理がされたもの、あるいは未処理のレジスト層や、酸化膜層、金属層である。バッファ層は、1層でもそれ以上でも良い。像形成層401に近接場露光にて作製されたパターンを、ドライエッチング等の方法を用いてバッファ層に

転写することにより、加工対象基板の加工に耐えうる厚さのものを形成することができる。

【0020】

開口幅 D が D_{max} となる値はプロセス余裕度が 0 となる値である。本願発明において、プロセス余裕度とは、露光後にとり得るプロセスを考慮しても、実際に所望のパターン高さ T 、パターン線幅が得られるような、プロセスの許容性を規定したファクターを意味する。

プロセス余裕度が 0 ということは、パターン形成時の露光現像条件や、パターン形成後のエッチングや蒸着などのプロセス条件のマージンが 0 ということである。マージンが 0 では、実際にパターンを作製し、その後の加工対象基板の加工を行うことが非常に困難となる。

したがって、プロセス余裕度を考慮し、開口幅 D の値は、(2) 式のように、 D_{max} 未満とすることがより好ましい。

$$D = P - W - 2T(1 + \alpha) \quad (2)$$

ここで、 α はプロセス余裕度である。より具体的には、像形成層現像時の全体的な膜厚溶解分、像形成層現像時の基板平面と平行方向への溶解分などである。

α の値はプロセスによって大きく異なるが、 $0 < \alpha \leq 4$ の値を採ることが多い。 α の値次第で (2) 式が負の値を採るときには、上述のように像形成層と加工対象基板との間にバッファ層を設けて、実質的な像形成層の α と T の値を小さくすることで、実効的な正の値を持つ開口幅 D を設定する。

【0021】

これらの値の関係図を図 4 に示す。図 4 中 α_p とは、 $0 \leq \alpha_p \leq \alpha$ で規定される値である。 α はプロセス余裕度と定義したが、上述のようにこれには膜厚方向の余裕度のみではなく、マスク面方向の余裕度も含まれている。よって、 α の膜厚方向のみの成分 α_p 分がパターン高さ T に加わることになる。

【0022】

上記のようにして設計された、開口パターンのピッチが P 、開口幅が D の近接場露光用マスクを作製し、これを用いて近接場露光、現像を行うことにより、微細パターンを作製する。以下に、その詳細について述べる。

図 5 に本発明の実施の形態における近接場露光用マスクの概略を示す。

近接場露光用マスク 1 は、遮光膜 101、マスク母材 102、マスク支持体 103 から構成する。露光に寄与する実効的な近接場露光用マスクとなる薄膜部 104 が、遮光膜 101、マスク母材 102 をマスク支持体 103 が支持することで形成される。遮光膜 101 は、例えば Cr 、 Al 、 Au 、 Ta など後述する露光光に対して透過率の低い材料を用いる。

【0023】

マスク母材 102 には、遮光膜 101 とは性質が異なる、例えば SiN 、 SiO_2 、 SiC など後述する露光光に対して透過率を有する材料を用いる。遮光膜 101 面内には、微細なスリット状、孔状の形状で開口部 105 がある。開口部は、遮光膜 101 とマスク母材 102 のみで構成されている薄膜部 104 に形成してある。この開口部は、後述するがマスク裏面（図 1 中では紙面上方）から、露光光を照射してマスク前面に近接場を発生させるため形成する。

この近接場露光用マスク微小開口パターンのピッチや開口幅は、上記のように設計された P 、 D の値となるように作製する。

開口パターンの形成には、 FIB 、 EB 、 X 線、 SPM 等の加工機や、ナノインプリント法、近接場露光法による微細パターン作製方法を用いる。

【0024】

次に、上述した露光マスク 1 を用いて露光を行う例示的な露光装置 2 を用いて、微細パターンを作製する方法について説明する。

ここで、図 6 は、本実施の形態における露光装置 2 の概略を示す断面図である。図 6 に示

すように、露光装置 2 は、光源部 200 と、コリメータレンズ 300 と、露光マスク 100 と被露光物 400 と、圧力調整装置 500 とを有する。

露光装置 2 の主な構成部について説明すると、露光装置 2 は、被露光物 400 の全面に対応する露光マスク 100 を用いることにより、露光マスク 100 に描かれた所定のパターンを被露光物 400 に等倍一括露光するように構成されている。

本実施の形態においては、被露光物 400 よりも小さな露光マスク 100 を使用して被露光物 400 の一部分に対する露光を被露光物 400 の位置を変えて繰り返し行うステップアンドリピート露光方式や、ステップアンドスキャン露光方式など様々な露光方法にも適用することができる。

ここで、「ステップアンドスキャン露光方式」とは、1 ないし複数チップ領域を 1 ショット領域として 1 ショット分の露光マスク 100 を被露光物 400 の 1 つのショット領域に相対させ、露光マスク 100 と被露光物 400 に対して露光光を連続的に相対スキャンさせて露光マスク 100 のパターンを被露光物に露光すると共に、1 ショットの露光終了後被露光物 400 をステップ移動させて、露光マスク 100 に被露光物 400 上の次のショット領域が相対する様に移動させて前述走査露光を繰り返す投影露光法をいう。

【0025】

また、ステップアンドリピート露光方式とは、被露光物 400 のショットの一括露光終了ごとに被露光物 400 をステップ移動させて次のショットの露光領域（即ち露光マスク 100 と相対する位置）に移動させて前述一括露光を繰り返す投影露光方法をいう。

本実施の形態において、ステップアンドスキャン露光方式や、ステップアンドリピート露光方式を実行する際には、ステップ移動毎に移動前に被露光物 400 からのマスクの剥離動作とステップ移動後の被露光物 400 へのマスクの密着動作を行う必要がある。

【0026】

光源部 200 は、転写用の回路パターンが形成された露光マスク 100 を照明する照明光を生成する機能を有し、例えば、光源として紫外光を射出する水銀ランプを使用する。ランプの種類は水銀ランプに限定されず、キセノンランプ、重水素ランプなどを使用してもよいし、光源の個数も限定されない。

また、光源部 100 に使用可能な光源はランプに限定されず、1 つ又は複数のレーザーを使用することができる。例えば、紫外光又は軟 X 線を射出するレーザーを使用する、波長約 193 nm の ArF エキシマレーザー、波長約 248 nm の KrF エキシマレーザー、波長約 153 nm の F₂ エキシマレーザーなどを使用することができ、また、レーザーの種類はエキシマレーザーに限定されず、例えば、YAG レーザーを使用してもよいし、そのレーザーの個数も限定されない。コリメータレンズ 300 は、光源 200 から射出される照明光を平行光に変換して圧力調整装置 500 の与圧容器 510 内に導入し、露光マスク 100 全面、もしくは露光を行いたい部分に均一な光強度で照射する。

露光マスク 100 は、図 5 を用いて上述したように遮光膜 101、マスク母材 102、マスク支持体 103 から構成されており、遮光膜 101 とマスク母材 102 から弾性変形可能な薄膜 104 が構成される。露光マスク 100 は、近接場光を利用して薄膜 104 の微小開口 105 により定義されたパターンを像形成層 401 に等倍転写する（ここでの等倍転写とは、正確な等倍ではなく、縮小投影での転写と異なることを強調している）。

露光マスク 100 は、図 6 における下側の面が取り付けられたマスク前面であり、遮光膜 101 が、圧力調整装置 500 の与圧容器 510 の外側に配置されている。また、薄膜 104 は、像形成層 401 の表面の微細な凹凸や被露光物 400 のうねりに密着性よく弾性変形する。

【0027】

被露光物 400 は、ウエハ等の加工対象基板とそれに塗布された像形成層 401 から構成され、ステージ 450 上に取り付けられている。

像形成層 401 は、通常フォトリソグラフィで用いられるフォトリジストを使用することが好ましい。レジストはコントラスト値の大きいものを用いることがより好ましい。この膜厚は、上述の厚さ T とする。像形成層 401 の塗布工程は、前処理とレジスト塗布処

理とブリーク処理とを含む。

【0028】

加工対象基板は、Si、GaAs、InP等の半導体基板や、ガラス、石英、BN等の絶縁性基板、または、これらの基板上に金属、酸化物、窒化物等を成膜したものなど、広い範囲のものを使用することができる。但し、露光マスク100と露光領域全域にわたって望ましくは10nm以下、少なくとも100nm以下の間隔になるよう密着されることが必要であるため、基板402にはなるべく平坦なものを選択する必要がある。

像形成層401と露光マスク100は、露光時には、上述したように近接場光を利用して露光を行うため、露光マスク前面と像形成層401とを相対的に約100nm以下の距離にまで近づける。

【0029】

ステージ450は図示しない外部装置により駆動されて、被露光物400を露光マスク100に対して2次元のかつ相対的に位置合わせすると共に被露光物400を図3において上下移動する。

本実施の形態のステージ450は被露光物400を図示しない着脱位置と図3に示す露光位置との間で移動する。着脱位置において露光前の新しい被露光物400がステージ450に装着されると共に露光後の被露光物400が取り外される。

【0030】

圧力調整装置500は、露光マスク100と被露光物400、より特定的には、薄膜部104と像形成層401との良好な密着及び分離を容易にしている。露光マスク100の表面と像形成層401の表面がともに完全に平坦であれば、両者を接触することによって全面に亘って両者を密着させることができる。

しかし実際には、露光マスク100の表面や像形成層401や基板402の表面には凹凸やうねりが存在するので、両者を近づけて接触するだけでは密着部分と非密着部分が混在することになってしまう。非密着部分では露光マスク100と被露光物400とは近接場光が働く距離の範囲内に配置されていないため、これでは露光むらが生じる。

【0031】

そこで、本実施の形態に用いた露光装置2は、圧力調整装置500は、与圧容器510と、ガラスなどから構成される光透過窓520と、圧力調整手段530と、圧力調節弁540とを有する。

与圧容器510は光透過窓520と露光マスク100と圧力調節弁540によって機密性が維持される。与圧容器510は圧力調整弁540を通して圧力調整手段530に接続され、与圧容器510内の圧力を調整することができるよう構成されている。圧力調整手段530は、例えば、高压ガスポンプからなり、圧力調節弁540を介して与圧容器510内の圧力を上げることができる。

また、圧力調整手段530は、図示しない排気ポンプを含み、図示しない圧力調節弁を介して与圧容器510内の圧力を下げることができる。

【0032】

薄膜と像形成層401との密着は、与圧容器510内の圧力を調整することによって調整される。露光マスク100面や像形成層401や基板402面の凹凸やうねりがやや大きいときには与圧容器510内の圧力を高めに設定して密着力を増大させ、凹凸やうねりによる露光マスク100面と像形成層401と基板402面との間隔のばらつきをなくすることができる。

【0033】

代替的に、露光マスク100の表面側及び像形成層401と基板402側を減圧容器510内に配置してもよい。この場合には、減圧容器内より高い外気圧との圧力差により露光マスク100の裏面側から表面側に圧力がかかり、露光マスク100と像形成層401との密着性を高めることができる。いずれにしても、露光マスク100の表面側よりも裏面側が高い圧力となるように圧力差が設けられる。露光マスク100面や像形成層401や基板402面の凹凸やうねりがやや大きいときには、減圧容器内の圧力を低めに設定し

て密着力を増大させ、マスク面とレジストと基板面の間隔のばらつきをなくすることができる。

更に他の代替的な実施例においては、与圧容器 510 の内部を露光光 E1 に対して透明な液体で満たし、図示しないシリンダーを用いて与圧容器 510 内部の液体の圧力を調整するようにしてもよい。

【0034】

つぎに、露光装置 2 を用いた露光の手順について説明する。

露光に際しては、ステージ 450 が被露光物 400 を露光マスク 100 に対して 2 次元的にかつ相対的に位置合わせする。

位置合わせが完了すると、露光マスク 100 の表面側と像形成層 401 の表面の間隔が像形成層 401 の全面に亘って、薄膜 104 が弾性変形すれば 100 nm 以下となって密着する範囲まで、ステージ 450 は被露光物 400 をマスク面の法線方向に沿って駆動する。

【0035】

次いで、露光マスク 100 と被露光物 400 とが密着される。具体的には、圧力調節弁 540 が開口して圧力調整手段 530 が高圧ガスを与圧容器 510 に導入して与圧容器 510 の内部圧力を上げた後に圧力調節弁 540 が閉口する。

与圧容器 510 の内部圧力が高められると、薄膜 104 が弾性変形して像形成層 401 に押し付けられる。

この結果、薄膜 104 が、像形成層 401 に対して近接場光が働く範囲内で、全面に亘って均一な圧力で、密着する。このような方法で圧力の印加を行うと、パスカルの原理により、薄膜 104 と像形成層 401 との間に作用する斥力が均一になり、薄膜 104 や像形成層 401 に局所的に大きな力が加わったりすることがなく、露光マスク 100 や被露光物 400 が局所的に破損することがなくなる。

【0036】

この状態で露光がなされる。即ち、光源部 200 から出射されてコリメータレンズ 300 により平行にされた露光光が、ガラス窓 520 を通して与圧容器 510 内に導入される。導入された光は、与圧容器 510 内に配置された露光マスク 100 を裏面側から表面側に、即ち、図 3 における上側から下側に透過し、薄膜 104 の微小開口によって定義されたパターンから滲み出す近接場光になる。

近接場光は像形成層 401 中で散乱し、像形成層 401 を露光する。像形成層 401 の膜厚が十分薄ければ像形成層 401 中の近接場光の散乱もあまり広がらず、露光光の波長より小さい微小開口に応じたパターンを像形成層 401 に転写することができる。

露光後、図示しない弁を開き、圧力調整手段 530 の図示しない排気ポンプから与圧容器 510 内部を排気して与圧容器 510 の圧力を下げ、薄膜 104 を像形成層 401 から弾性変形により分離（又は剥離）する。

このような方法で減圧を行うと、パスカルの原理により、薄膜 104 と像形成層 401 との間に作用する斥力が均一になり、薄膜 104 や像形成層 401 に局所的に大きな力が加わったりすることがなく、露光マスク 100 や被露光物 400 が局所的に破損することがなくなる。

その後、被露光物 400 はステージ 450 によって着脱位置に移動されて新しい被露光物 400 に交換されて、同様なプロセスが繰り返される。

【0037】

ここで、露光量の設定は以下のように行う。

上記のように定められた近接場露光用マスクを用いたときの電場分布がシミュレーションにより求められ、更に、使用像形成層の露光量に対する現像後の残存膜厚の関係、つまりレジストの溶解度曲線がわかっている時には、これらから所望のピッチ P、パターン幅 W が得られるよう、露光量と現像条件を決定する。

より具体的には、まず、シミュレーション結果より、近接場露光用マスクへの入射光強度を 1 としたときの、所望のパターン幅が得られるところの等電場線を読み取る。これを x

とする。また、レジストの溶解度曲線より、規格化された残存膜厚が0.5となる露光量を読みとる。これをIとする。

【0038】

例えば、図7に、代表的なレジストの溶解度曲線を示す。使用レジストがネガ型レジストであれば、上記値は感度と同じ値になる。ポジ型であれば、図7中斜め矢印にて指し示した値となる。

近接場露光用マスクへの入射光強度をJとすると、

$$I = x J t \quad (3)$$

となるJとtが、入射光強度と露光時間として設定される。つまり、J tが露光量として設定される。

【0039】

一例として、図4を用いて更に具体的に説明する。

まず、所望のパターン幅が得られるところの等電場線800を選択する。この等電場線800において、シミュレーション結果よりその強度は、入射強度を1とすると0.5であった。また、使用レジストの溶解度曲線より、規格化された残存膜厚が0.5となる露光量は、 $220 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ であった。入射強度として

$200 \text{ mW} / \text{cm}^2$ の光を使用する場合は、(3)式より、

$$220 = 0.5 \times 200 \times t$$

となり、1.2 sの露光時間、 $240 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ の露光量が算出できる。

【0040】

シミュレーションは、すでにピッチと開口幅が定められている近接場露光用マスクについてのみ、つまり一つの条件のみ行えばよく、さらにプロセスの条件だしに必要なパラメータが非常に少なくなるので、所望のパターンが与えられてから実際に作製するまでの時間がより短縮される。

また、すでにピッチと開口幅が定められている近接場露光用マスクについて、シミュレーションを行わなくても露光量と現像条件を変えたときの形成パターンから、所望のパターン幅Wが得られる露光量、現像条件を定めることも可能である。近接場露光用マスク設計において、様々なパラメータにおける複雑なシミュレーションを繰り返す必要がないので、マスク設計にかかる時間が非常に短縮された。

上記のようにして潜像が形成されたレジストを現像することにより、所望の大きさの微細レジストパターンを作製する。さらに目的に応じて、ドライエッチング、ウェットエッチング、リフトオフなどの基板への加工や、下層レジストへの転写が行われる。

【0041】

より具体的な数値を挙げて本実施例の一例を説明する。

例えば、SOI (Silicon On Insulator) 層が100 nm厚のSOIウエハに対して、ピッチ200 nm、パターン幅20 nmの周期スリット構造を作製するとする。上述の記号に当てはめると、

$$P = 200 \text{ nm},$$

$$W = 20 \text{ nm}$$

となる。

被加工基板がSOI層、つまり、Si層となり、Siを深さ100 nmエッチングするためには、ドライエッチングの余裕度も考えて、マスク層としてレジスト層が100 nm以上の厚さがある必要がある。つまり、

$$T(1 + \alpha) = 100 \text{ nm}$$

となる。

【0042】

これを、(2)式に当てはめると、左辺が負となってしまうので、像形成層と被加工基板との間にバッファ層を設ける。より具体的には、二層レジスト法を用いる。被加工基板であるSiの上に、バッファ層としてハードベークレジスト層を100 nm厚さ形成し、その上に像形成層として、Si含有レジストを20 nmの厚さに形成する。

この厚さは、ハードベーク層に像形成層パターンを転写する際に、像形成層がエッチングマスクとなる厚さに設定した。

$T = 20 \text{ nm}$

となる。

プロセス余裕度として、 α の範囲 ($0 \leq \alpha \leq 4$) から、

$\alpha = 1.5$

を選択すると、(2) 式より、マスク開口幅 D [nm] は、

$D = 200 - 20 - 2 \times 20 \times (1 + 1.5)$

$= 80$

となるため、近接場露光用マスクとして、ピッチ 200 nm 、開口幅 80 nm のパターンを有するマスクを形成する。

【0043】

このマスクを用いて、上記のように設定されたバッファ層、像形成層を Si 層の上に形成し、露光、現像を行うことで、像形成層に 200 nm ピッチのパターンを作成した。これをエッチングマスクとして、ドライエッチング装置を用いて、酸素ガスにてエッチングを行うことで、バッファ層にピッチ 200 nm 、パターン幅 20 nm のスリットパターンを形成することができた。

更に、このバッファ層のパターンをエッチングマスクとして、 Si をドライエッチング装置を用いてエッチングすることによって、絶縁膜上に、ピッチ 200 nm 、パターン幅 20 nm 、パターン高さ 100 nm の Si の微細構造を作製することができた。

【0044】

また、図9及び図10に示した、種々の2次元形状のマスクパターン801を有するマスクを本発明の上記した近接場露光用マスクに適用した場合、マスクの直下には、803に示すような2次元形状の潜像パターンが形成され、露光現像後、これに対応するレジストパターン802が得られる。

【0045】

例えば、図9(a)に示すような井桁状の微小開口を有するマスクパターンの場合、図9(a')に示すような2次元のドットアレイ（ポジ型レジストの場合）やホールアレイ（ネガ型レジストの場合）が得られる。これらのパターンは、露光工程で露光された被処理体を、現像してデバイスを作成するデバイスの作製方法等において、量子ドットを有する電子デバイスや光デバイスに用いる2次元に配列された量子ドットアレイの形成に適している。

図9(b)に示すような2次元の微小開口アレイを有するマスクパターンの場合、図9(b')に示すような2次元の井桁アレイ（ポジ型レジストの場合）やホールアレイ（ネガ型レジストの場合）が得られる。

図9(c)に示すような遮光金属膜部分が2次元の矩形アレイを有するマスクパターンの場合は、図9(c')に示すような2次元の微小細線ペア（ポジ型レジストの場合）や微小溝アレイ（ネガ型レジストの場合）が得られる。これらのパターンは、上記したデバイスの作製方法等において、CMOS電子デバイスに用いられるゲートパターンの形成に適している。

また、図10(d)に示すような遮光金属膜部分がリング形状を有するマスクパターンの場合は、図10(d')に示すような2次元のドットやリングアレイ（ポジ型レジストの場合）やホールやリングアレイ（ネガ型レジストの場合）が得られる。

【0046】

今までは、上記のようにして開口幅 D を設計、作製された近接場露光用マスクから、所望のピッチ P 、パターン幅 W 、パターン高さ T のパターンを作製する方法について述べているが、上記露光量を調整する、使用レジストを変更する、現像条件を変更するなどの方法により、以下の式を満たす、パターン幅 W' とパターン高さ T' のうちどちらか一方または両方が W 、 T と異なるパターンを作製することも可能である。

$$W' + 2T' \leq P - D \quad (4)$$

例えば、上記方法と比較して露光量を増加させる、使用レジストの感度を増加させる、現像時間を増加させる、という方法のいずれか一つまたは2つ以上を行うことにより、パターン高さが同じ、つまり $T = T'$ でも、パターン幅 W' が、 $W' < W$ となるパターンを得ることができる。

また、 $T' < T$ となる像形成層高さを選択し、露光量を現象させる、使用レジストの感度を低下させる、現像時間を減少させる、という方法のいずれか一つまたは2つ以上を行うことにより、パターン幅 W' が、 $W' > W$ となるパターンを得ることができる。

【0047】

図8を用いて上記一例について更に詳細に説明する。所望のパターン高さ T' が T と同じであるときに、図8中の等電場線800（図1において、太線で表していた）よりも外側の等電場線801（図8において太線で表している）を選択する。

この等電場線801にてパターンが作製できるよう、上述のように露光量と現像条件を設定する。用いる像形成層401の材料が同じである場合には、例えば露光量の増加によって、すでに形成してあるピッチ P 、開口幅 D_{max} のマスクから、 $W' < W$ という関係を満たす、 W とは異なるパターン幅 W' を有するパターンが形成できる。このとき、 W' 、 T' ($=T$) は(4)式を満たしている。

【0048】

次に、得ようとする所望のパターンが孤立パターンの場合について説明する。パターン幅 W のパターンを作製するために、上述した同心円モデルより、マスク開口間隔の最小値 K_{min} と、像形成層膜厚 T との間に次式(5)の関係が成り立たなくてはならない。

$$K_{min} = W + 2T \quad (5)$$

尚、マスク開口間隔を最小値に限定しない K として表記すると次の通りとなる。

$$K \geq W + 2T$$

図11に(5)式中の値の関係図を示す。これを用いて、(5)式を更に詳細に説明する。

まず、加工対象基板402の所望の加工深さが加工可能な像形成層401のパターン高さ T を、例えばエッチング耐性などのプロセス条件より決定する。この高さ T のパターンを作製するためには、図11中太線で示したところの等電場線800よりも外側の等電場線にて現像後のパターンが作製されるようにする必要がある。

【0049】

遮光膜101下における電場分布は上述のように、同心円モデルにて良く近似される。図11より、遮光膜101のエッジ部分からの広がり、膜厚方向（図11紙面下方向）に対しても、マスク面に平行方向（図11紙面左右方向）に対してもほぼ一様であるので、等電場線800か、または等電場線800よりも外側の等電場線のいずれかにて現像後のパターンが作製されるようにすると、遮光膜101のエッジ部分から、マスク面に平行な方向にも距離 T 以上広がった現像パターンが形成できることとなる。

この遮光膜101エッジ部分からの広がり現象は、遮光膜101の反対側のエッジからも同様に見られる。

したがって、遮光膜101直下にパターン幅 W のパターン形成を行う際の近接場露光用マスクの最小開口間隔 K_{min} は、パターンの幅 W 、高さ T を用いて、(5)式のように設定される。

【0050】

開口間隔 K が K_{min} となる値はプロセス余裕度が0となる値である。プロセス余裕度が0ということは、パターン形成時の露光現像条件や、パターン形成後のエッチングや蒸着などのプロセス条件のマージンが0ということである。マージンが0では、実際にパターンを作製し、その後の加工対象基板の加工を行うことが非常に困難となる。

【0051】

したがって、プロセス余裕度を考慮し、開口間隔 K の値は、(6)式のように、 K_{min} 以上とすることがより好ましい。

$$K = W + 2T(1 + \alpha) \quad (6)$$

ここで、 α はプロセス余裕度である。より具体的には、基板や下層レジストエッチングの際のエッチング耐性に余裕を持たせた膜厚の増分、リフトオフ時の蒸着物膜厚増分、像形成層現像時の全体的な膜厚溶解分、像形成層現像時の基板平面と平行方向への溶解分などである。

α の値はプロセスによって大きく異なるが、 $0 < \alpha \leq 4$ の値を採ることが多い。 α の値次第で(6)式が負の値を採るようなときには、上述のように像形成層と加工対象基板との間にバッファ層を設けて、実質的な像形成層の α とTの値を小さくすることで、実効的な正の値を持つ開口間隔Kを設定する。

上記のようにして設計された、開口間隔がKの近接場露光用マスクを作製し、これを用いて上述のように近接場露光、現像を行うことにより、孤立微細パターンを作製することができる。

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図1】本発明を説明するための同心円モデルによって近接場露光用マスクの開口幅の最大値を求める図。

【図2】本発明を説明するための開口近傍の電場強度を表すシミュレーション結果を示す図。

【図3】本発明を説明するための開口近傍の電場強度を表すシミュレーション結果と同心円モデルを表す図。

【図4】本発明の実施の形態における同心円モデルによって近接場露光用マスクの開口幅を求める図。

【図5】本発明の実施の形態における近接場露光用マスクの概略を示す断面図。

【図6】本発明の実施の形態における近接場露光装置の概略を示す断面図。

【図7】あるレジストの溶解度曲線を示す図。

【図8】本発明の実施の形態における近接場露光によって作製されたパターン幅W'を示す図。

【図9】2次元形状パターンを有するマスクを用いた場合に得られるレジストパターンを示す図であり、(a)は井桁状の微小開口を有するマスクパターンを用いた場合、(b)は2次元の微小開口アレイを有するマスクパターンを用いた場合、(c)は遮光金属膜部分が2次元の矩形アレイを有するマスク用いた場合、に得られるそれぞれのレジストパターンを示す図。

【図10】2次元形状パターンを有するマスクを用いた場合に得られるレジストパターンを示す図であり、(d)は遮光金属膜部分がリング形状を有するマスクパターンを用いた場合に得られるレジストパターンを示す図。

【図11】本発明を説明するための同心円モデルによって近接場露光用マスクの開口間隔の最小値を求める図。

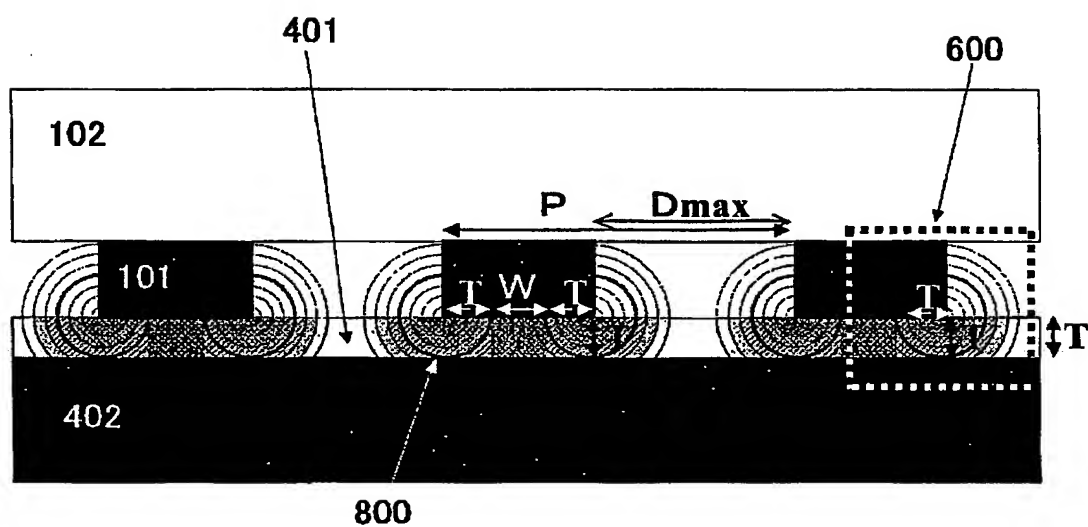
【符号の説明】

【0053】

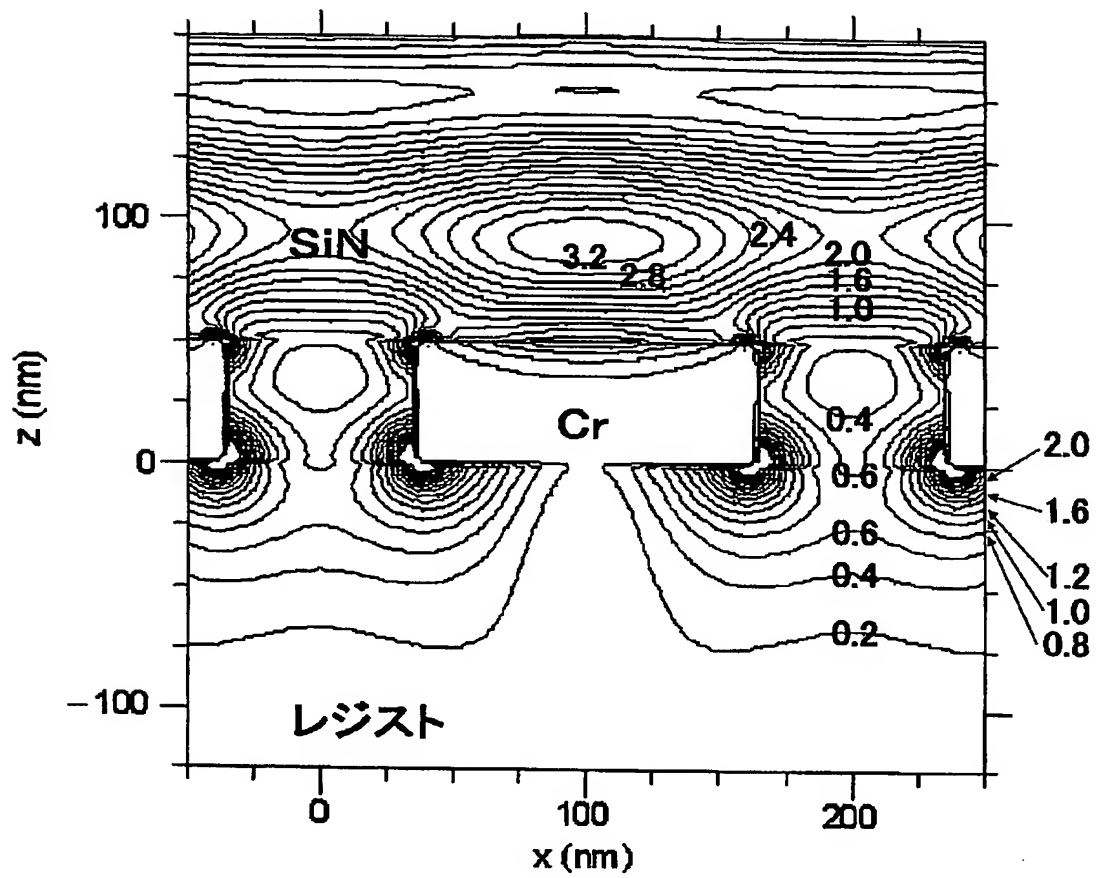
- 1：近接場露光用マスク
- 2：露光装置
- 100：近接場露光用マスク
- 101：遮光膜
- 102：マスク母材
- 103：マスク支持体
- 104：薄膜部
- 105：開口
- 200：光源
- 300：コリメータレンズ
- 400：被露光物
- 401：像形成層

4 0 2 : 加工対象基板
4 5 0 : ステージ
5 0 0 : 圧力調整装置
6 0 0 : 同心円モデル
6 0 1 : 遮光膜エッジ部分近傍と、エッジ部分から遮光膜下の部分
8 0 0、8 0 1 : 等電場線
9 0 1 : マスクパターン
9 0 2 : レジストパターン
9 0 3 : 潜像パターン

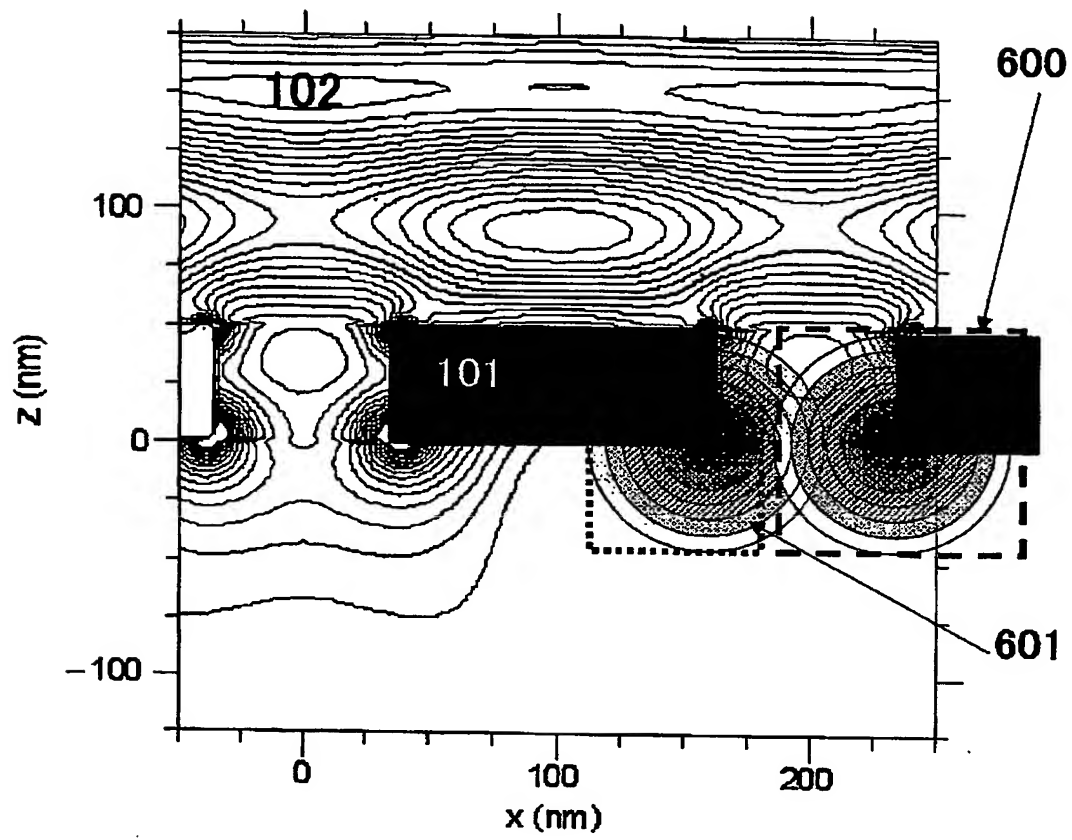
【書類名】 図面
【図 1】



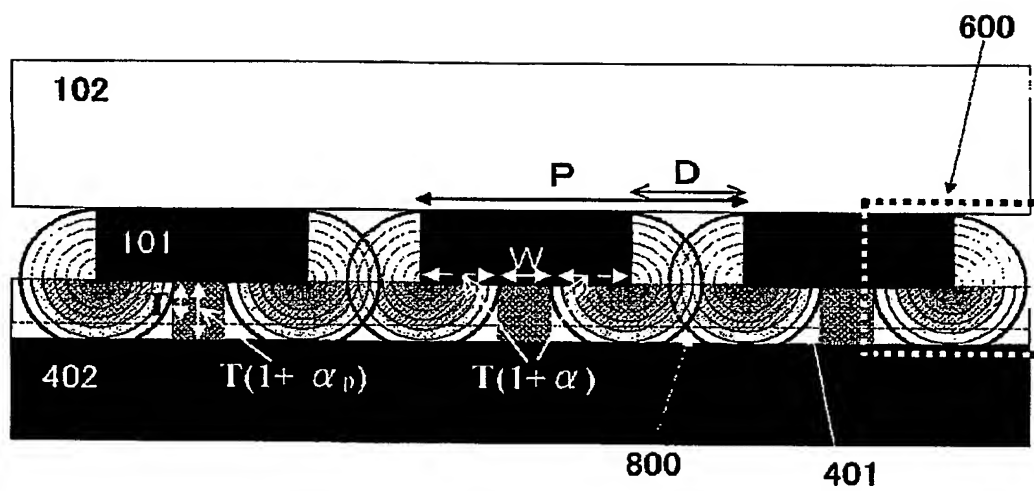
【図 2】



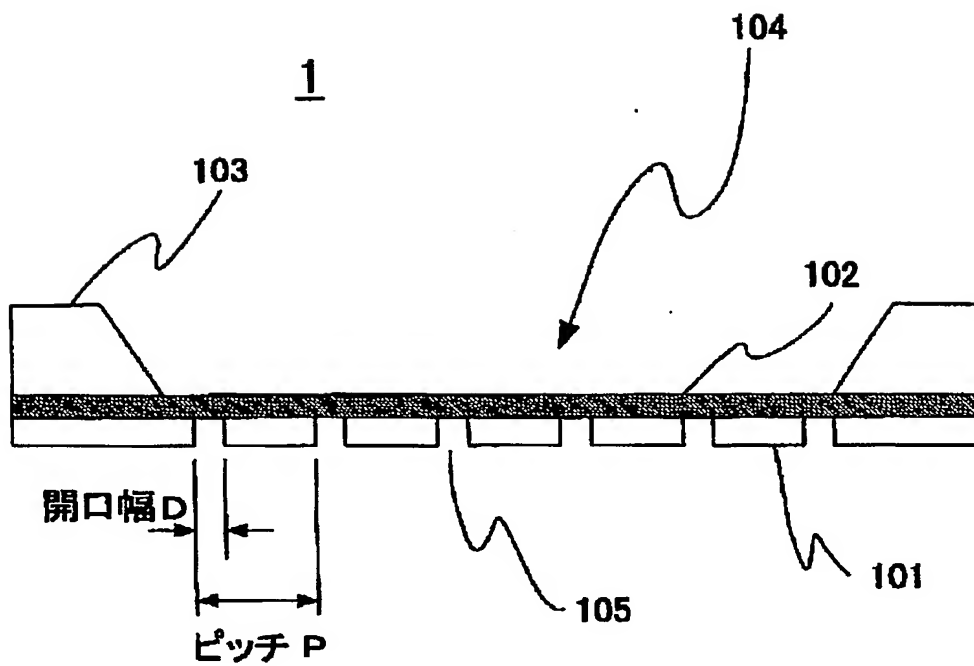
【図 3】



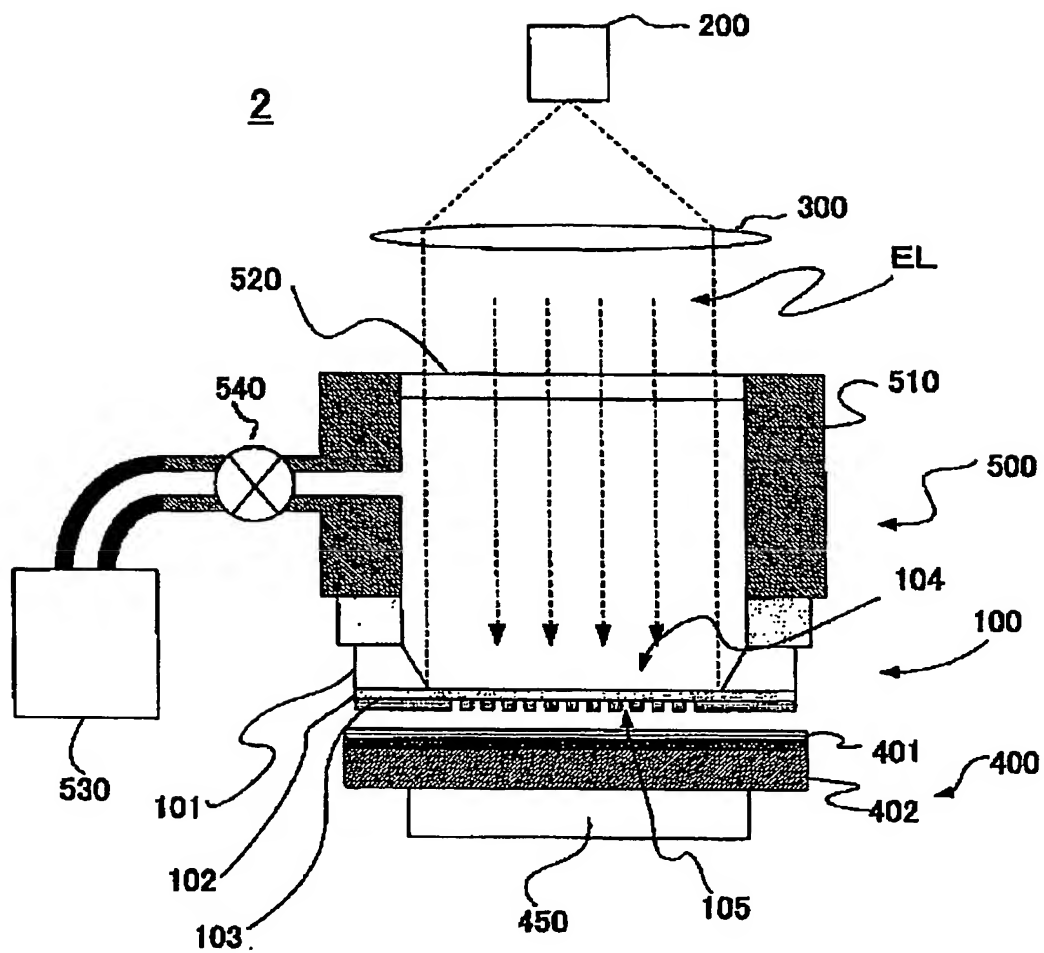
【図 4】



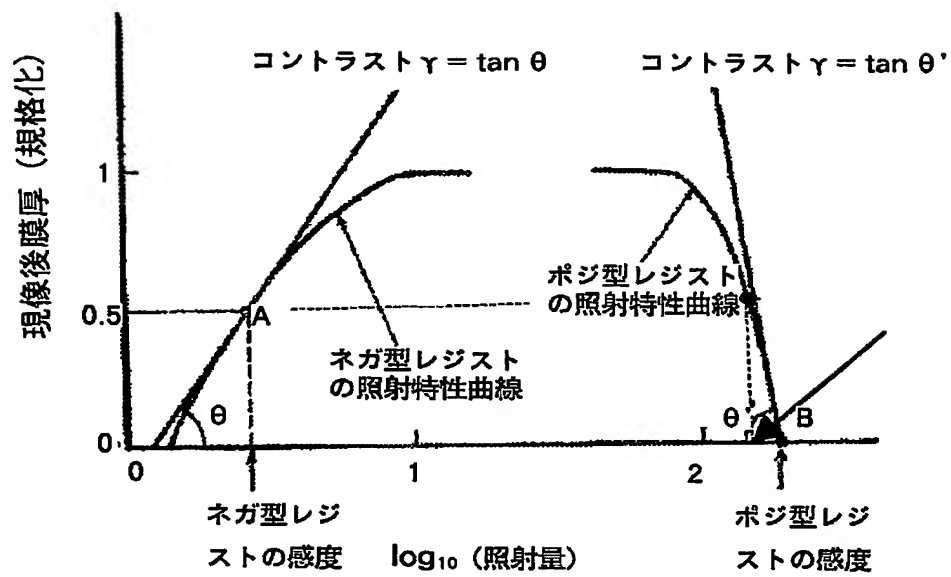
【図 5】



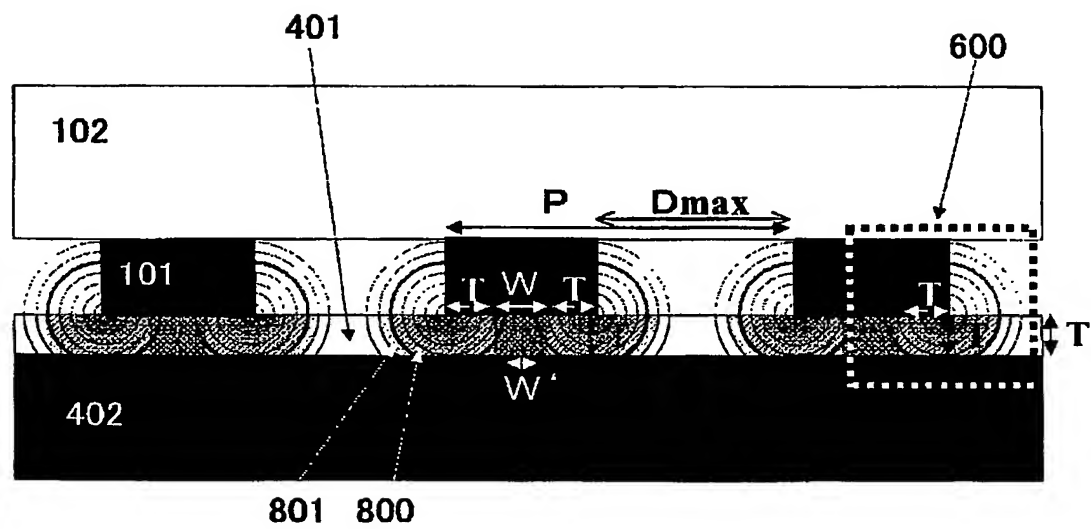
【図 6】



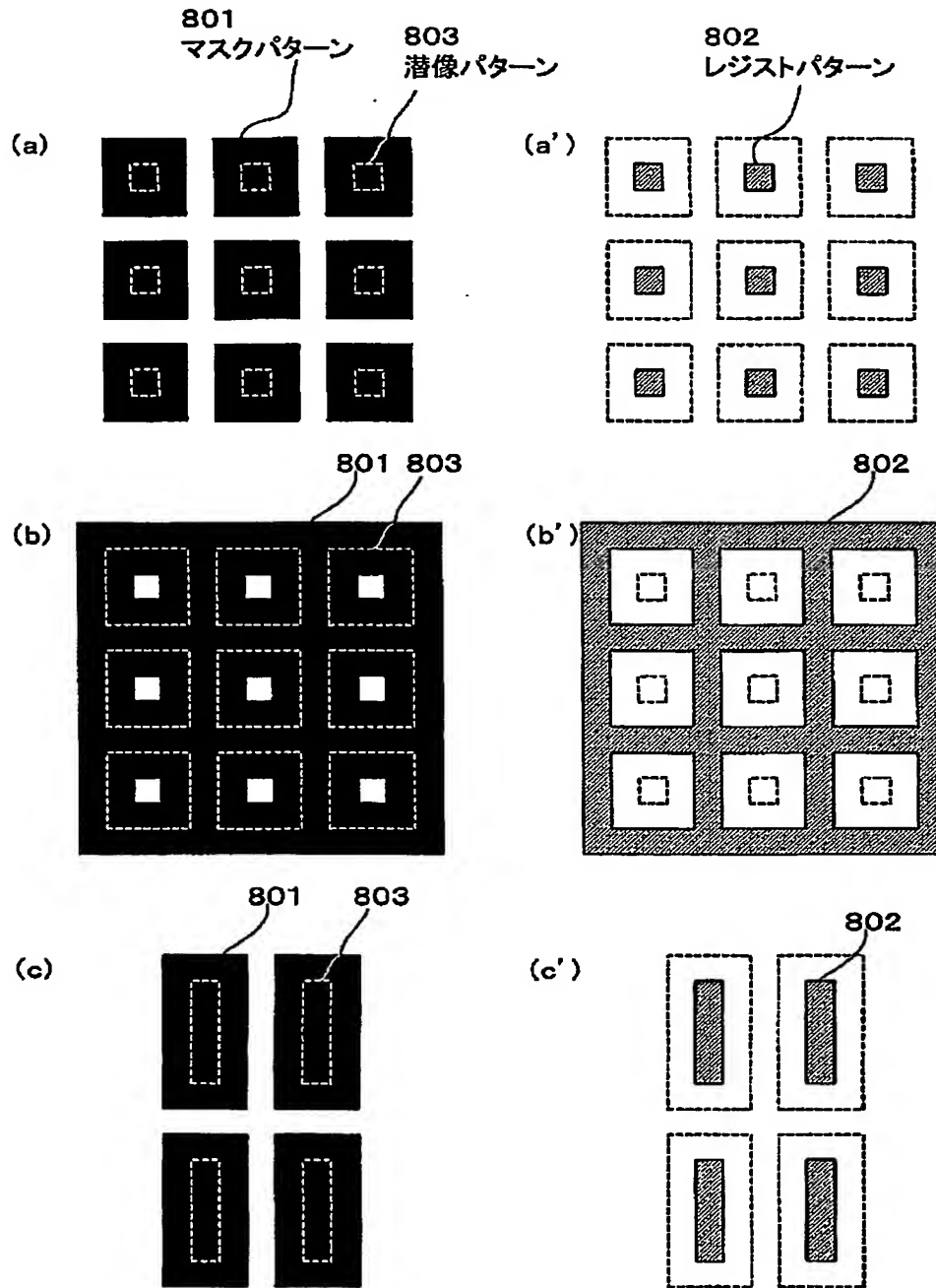
【図 7】



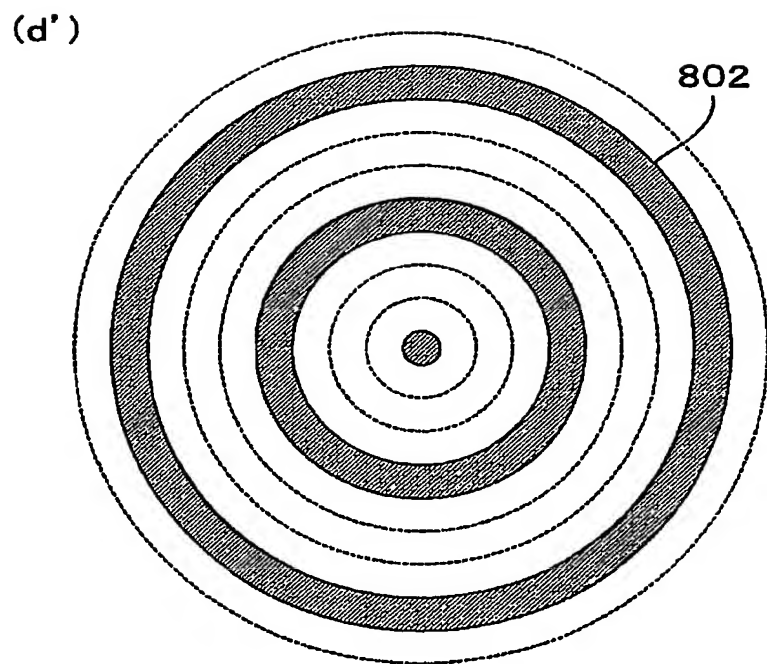
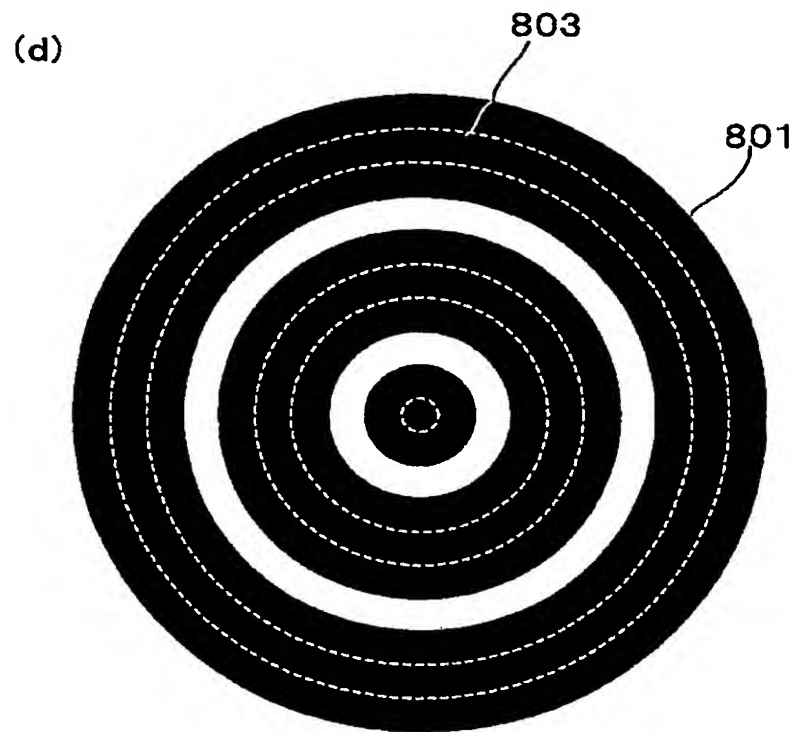
【図 8】



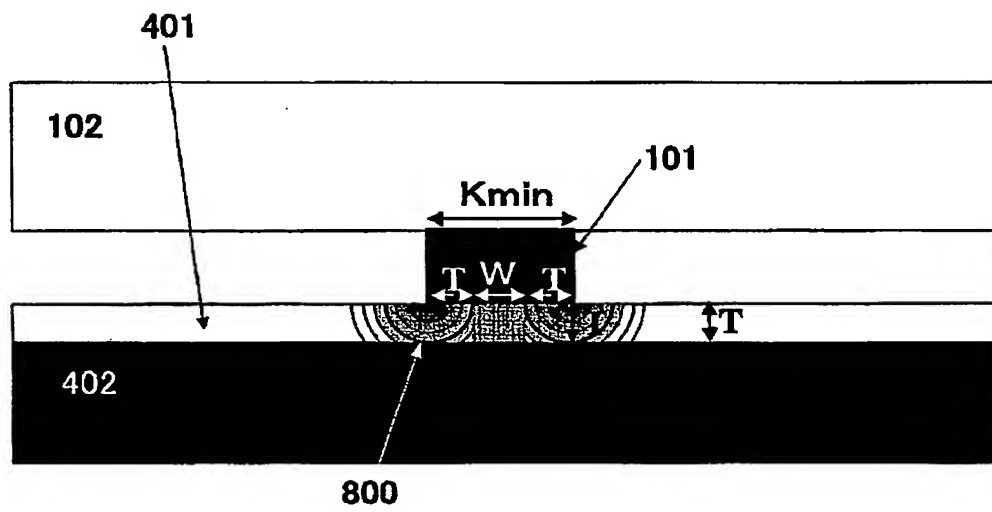
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 複雑で、長時間を要するシミュレーションを行うことなく、近接場特有の電場分布が考慮されたマスク構成が容易に作製可能となる露光用マスク、露光用マスクの設計方法及び製造方法、露光方法及び装置、パターン形成方法、デバイスの作製方法等を提供する。

【解決手段】 遮光部材に設けられた隣接する複数の開口から滲み出す近接場光を用いて基板上に配された像形成層に露光を行うための露光用マスクであって、

前記遮光部材に露光用の光を照射したときの、前記開口の前記像形成層側の電場分布が、得ようとするパターンの線幅、高さから決定された、電場分布の同心円モデルと相関関係をなすように、前記遮光部材が開口間隔を有する構成とする。

【選択図】

図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2004-097699
受付番号	50400526584
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成16年 4月 2日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000001007
【住所又は居所】	東京都大田区下丸子3丁目30番2号
【氏名又は名称】	キャノン株式会社

【代理人】 申請人

【識別番号】	100105289
【住所又は居所】	東京都港区高輪1丁目5番33号 高輪パークマ ンション708号室 長尾特許事務所
【氏名又は名称】	長尾 達也

特願 2 0 0 4 - 0 9 7 6 9 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 0 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

氏 名

キャノン株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.